

Educación para la Sustentabilidad y Gestión Territorial: Aportes del laboratorio social Manos a la Cuenca en Suesca, Cundinamarca, Colombia

Education for Sustainability and Territorial Management: Contributions of the social laboratory Manos a la Cuenca in Suesca, Cundinamarca, Colombia

**Carolina Tobón Ramírez^{a,b}, Martha Cristina Bustos-López^c, Héctor Manuel García Lozada^d,
Leyla Cárdenas Novoa^e, Keile Bruges Pineda^f**

RESUMEN

Manos a la Cuenca (MAC) es un laboratorio social transdisciplinar, resultado de un proceso de colaboración iniciado en 2016 entre la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), diversas organizaciones sociales y habitantes del municipio de Suesca, Cundinamarca. Su objetivo consistió en generar conocimiento de base comunitaria para incidir en la gestión integrada del territorio en Suesca, abordando los componentes de *agua, restauración ecológica y producción agroalimentaria con enfoque agroecológico*. Para el desarrollo de la iniciativa MAC se implementó una estrategia pedagógica que promovió la construcción social y la comunicación del conocimiento generado colaborativamente en torno a los componentes mencionados. Dicha estrategia se desarrolló en dos fases, financiadas mediante convocatorias de Extensión Solidaria de la UNAL, y un período entre esas dos fases, que fue sostenido gracias a los aportes solidarios de un grupo local.

En este artículo se presentan los fundamentos conceptuales de la estrategia pedagógica, la metodología de diseño y su desarrollo a lo largo de ocho años de trabajo colaborativo. Asimismo, se exponen los resultados de cada fase de trabajo y se reflexiona sobre los aportes realizados a los procesos educativos, enfocados en la sustentabilidad ambiental y territorial desde una perspectiva transdisciplinaria y horizontal. Finalmente, se concluye que este tipo de experiencias permite y favorece la transformación de las relaciones dentro de la academia, así como entre la academia y las comunidades locales, facilitando entornos de colaboración e intercambio de saberes. A su vez, se reafirma el potencial de una educación ambiental crítica y situada como herramienta para la transformación territorial.

PALABRAS CLAVE: educación ambiental; territorio; ciencia abierta; investigación participativa; sustentabilidad territorial.

ABSTRACT

Manos a la Cuenca (MAC) is a transdisciplinary social laboratory that emerged from a collaborative process initiated in 2016 between the National University of Colombia (UNAL), various social organisations, and residents of the municipality of Suesca, Cundinamarca. Its aim was to generate community-based knowledge to influence the integrated management of the territory in Suesca, focusing on water, ecological restoration, and agroecological food production. Within the framework of MAC, a pedagogical strategy was implemented that promoted the social construction and communication of collaboratively generated knowledge in these areas. This strategy was developed in two phases, funded by UNAL's Solidarity Extension calls, and was sustained during the interim period through contributions from a local solidarity group.

This article presents the conceptual foundations of the pedagogical strategy, its design methodology, and its development over eight years of collaborative work. It also outlines the results of each phase and discusses the contributions made to educational processes focused on environmental and territorial sustainability from a transdisciplinary and horizontal perspective. Finally, it concludes that such experiences foster transformations in relationships within academia and between academia and local communities, promoting environments of collaboration and knowledge exchange. It also reaffirms the potential of a critical and situated environmental education as a tool for territorial transformation.

KEY WORDS: environmental education; territory; open science; participatory research; territorial sustainability

^a Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geografía, Grupo de Desarrollo Territorial Sostenible, Facultad de Ciencias Humanas, Bogotá, Colombia. Núcleo Local MAC. ORCID Tobón Ramírez, C. 0000-0001-8111-8104.

^{c,d,f} Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Grupo de Investigación RESA. Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia. ORCID Bustos-López, M. 0000-0001-5961-5841, ORCID Bruges Pineda, K. 0009-0009-3917-9611.

^e Juntas de Acción Comunal veredas Santa Rosita y Tausaquirá, Suesca, Cundinamarca, Colombia. Núcleo Local MAC.

^b Autor de correspondencia: ctobonr@unal.edu.co



Introducción

Manos a la Cuenca (MAC) surgió como una propuesta de un grupo de habitantes del municipio de Suesca, preocupados por el ordenamiento territorial alrededor del agua y la biodiversidad en la cuenca alta del Río Bogotá. Los y las participantes de este grupo provenían de Juntas de Acción Comunal (JAC), acueductos veredales del municipio y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) con base en Suesca, desde las cuales ha sido posible dinamizar procesos orientados a atender inquietudes de los asuntos mencionados¹.

En este contexto, el objetivo central de MAC consistió en generar conocimiento de base comunitaria para incidir en la gestión integrada del territorio, en el municipio de Suesca, articulando los ejes de agua, restauración ecológica y producción agroalimentaria de base agroecológica. Al mismo tiempo, se buscó fortalecer el tejido social y promover un reconocimiento del territorio, no solo con el propósito de observar la realidad desde otras perspectivas, sino también para promover e impulsar una transformación local.

La diversidad de actores que habita en el municipio de Suesca propició un diálogo de saberes que permitió plantear dos principios básicos sobre la manera en que se quería dinamizar esta transformación, a saber:

- 1) Generar mejores contenidos para los habitantes, es decir, saberes que les permita entender las dinámicas del socio-ecosistema del que forman parte.
- 2) Enseñar a través del ejemplo, visibilizando las experiencias ya existentes en hogares y fincas sobre estrategias para la sustentabilidad del agua y la biodiversidad.

En el año 2016, gracias a un acercamiento con profesores de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) sede Bogotá, el proyecto fue presentado a la convocatoria de extensión solidaria *Innovación social para la paz*. Así, el proyecto fue apoyado por tres facultades de la Universidad Nacional,

representantes de las veredas Tenería y Santa Rosita, la Institución Educativa Departamental (IED) Pablo VI, tres ONG locales y la Alcaldía Municipal de Suesca. La Figura 1 presenta con mayor detalle los actores que intervinieron en la concepción de MAC.

Dentro de los resultados generados en esta primera fase, se destaca para este artículo la consolidación de una estrategia pedagógica como eje transversal a los componentes manejo integral del agua y la restauración ecológica; la cual, en conjunto con una estrategia de divulgación consolidó una producción audiovisual, tres boletines informativos y la base para la construcción del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la IED Pablo VI, implementado durante 5 años gracias al compromiso de sus docentes². Como producto de esta primera fase también se conformaron cuatro núcleos locales (Restauración Ecológica, Red Comunitaria de Viveros, Monitoreo de calidad de agua, Proceso Pedagógico), que posteriormente se fusionaron en un núcleo local (Proceso Pedagógico). Este núcleo local sostuvo de manera solidaria las actividades con la comunidad desde 2018 hasta 2022, generando espacios de investigación-acción participativa y de divulgación con otros aliados, lo que también resultó en actividades y materiales pedagógicos que apoyaron la labor docente durante la época de la pandemia por COVID-19.

En 2022, se presentó nuevamente el proyecto a la convocatoria de extensión solidaria de la UNAL *Fortalecimiento de la innovación social y armonización de las funciones misionales* con la participación adicional de dos veredas (JAC y Acueductos Comunitarios de Tausaquirá y Güita), así como al semillero de investigación Agroecología, ambiente y sociedad (AGRAS) del Grupo de Investigación en Territorios, Agroecología y Sistemas Agroalimentarios (TERRAS) de la UNAL, la Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC) El Turpial, la Asociación de Productores de Orellanas de Tenería (ASOPROTESTEN) y la radio comunitaria local *Roca Stereo*. En esta segunda fase se hizo un ejercicio de seguimiento sobre los resultados de la primera fase y se

1) El canal de televisión comunitaria local registró esta experiencia, la cual puede consultarse en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=ODfljPqFUJs>

2) En la primera fase se realizaron también cuatro tesis de pregrado (dos en restauración ecológica y dos en saneamiento de agua) y se desarrollaron actividades como parte de una tesis doctoral en geografía (Tobón Ramírez, 2023).

Figura 1. Actores involucrados en la concepción de MAC



articularon nuevos elementos, como la restauración del paisaje, la caracterización de fincas en transiciones agroecológicas y la conectividad agroecológica.

Adicionalmente, se fortaleció la estrategia pedagógica a través del diseño e implementación de la Escuela de Campo (EC) MAC; como estrategia de divulgación, se realizó una segunda producción audiovisual con la Escuela Audiovisual Tijiquí³, y se diseñó una página web con el objetivo de contar con una plataforma⁴ para disponer de la información generada en la trayectoria de MAC y apoyar el monitoreo de los procesos. Para dar visibilidad a esta

experiencia en el municipio, MAC participó en el programa *Suesca, Territorio Vivo* de la radio comunitaria local. Los resultados en relación a los escenarios y alternativas de restauración ecológica para el caso MAC se presentan en Ruiz-Marín et al. (2024).

Ahora bien, desde sus inicios, MAC fue concebido como un laboratorio social transdisciplinario, donde el término laboratorio corresponde a un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, técnico y tecnológico. En este sentido, este proyecto asumió, desde su formulación, que el territorio también es un laboratorio. Esto implica que no se entiende únicamente en el sentido de las ciencias básicas, sino que incluye el ámbito social: un laboratorio eminentemente social, de prácticas y experimentos colectivos, en el que las comunidades locales son actores fundamentales para la construcción de conocimiento sobre la gestión de su propio territorio y su sustentabilidad. En este tipo de laboratorio social prima el diálogo de saberes y el encuentro de formas diversas de producción de

³ La Escuela Audiovisual Tijiquí es un programa de formación dirigido a jóvenes rurales del municipio, liderado por la Fundación El Silbido de la Montaña, con quienes se realizaron las dos producciones audiovisuales en la primera y segunda fase de MAC <https://www.youtube.com/watch?v=tH8z8sRmDFw>, <https://www.youtube.com/watch?v=pED3AWEoiNk>

⁴ <https://sites.google.com/unal.edu.co/manos-a-la-cuenca/inicio>

conocimiento, sin que ninguna de ellas se considere superior a las demás. Lo anterior se encuentra en consonancia con la noción de *ecología de saberes* de Boaventura de Souza Santos, según la cual, en un marco de pluralismo epistémico, los conocimientos comunitarios tienen tanta validez como los que provienen de la ciencia moderna (Santos, 2014).

El concepto de laboratorio social ha sido trabajado ampliamente como un enfoque participativo que busca superar la linealidad y entender mejor los problemas complejos que aquejan a las sociedades contemporáneas (García-Triviño & Psegiannaki, 2025; Marschalek et al., 2023; Marschalek et al., 2022; Timmermans et al., 2020). Precisamente, el problema del ordenamiento territorial en torno al agua y la biodiversidad en municipios de la cuenca alta del río Bogotá, como Suesca, plantea un escenario complejo que no admite ser analizado bajo una sola perspectiva disciplinar. Por ello, se buscó dinamizar el intercambio de conocimiento desde diferentes disciplinas y actores (habitantes, ONGs, instituciones y organizaciones sociales), bajo la premisa de reconocer la misma validez a los conocimientos provenientes de la comunidad y a los generados desde la Universidad.

De esta manera, y partiendo de la concepción de territorio como un laboratorio social, se hizo indispensable consolidar una estrategia pedagógica integral y transversal a los componentes de trabajo, que incluyera en sus diferentes fases las múltiples perspectivas disciplinarias y a todos los actores sociales que participaron en el proyecto. En este ejercicio, el concepto de *territorio* se enriqueció con el concepto de *sistemas socio-ecológicos* (SSE) o *socioecosistemas* (Berkes, 2017; Berkes y Folke 1998). Ambas nociones, desde su complejidad, contribuyen a integrar las miradas transdisciplinarias y multiescalares, necesarias tanto para brindar herramientas de extensión para la gestión integrada del agua, el suelo y la biodiversidad como para explorar las dinámicas complejas en la relación naturaleza-sociedad (Barreteau et al., 2016). En este caso, la *extensión* se abordó desde la apropiación social del conocimiento, a partir de la cual se lideraron los procesos de gobernanza adaptativa necesarios para la generación de socioecosistemas más sustentables.

La estrategia pedagógica de MAC fue inspirada en la investigación pedagógica de Hernández

Gómez y Vargas Aldana (2016) sobre minería y cambio climático en la cuenca del Tunjuelo, en Bogotá, en la que se definieron sujetos y espacios en los procesos de aprendizaje. Con base en este trabajo, MAC identificó tres sujetos en el proceso de aprendizaje -maestros, estudiantes y comunidad-, en dos espacios de aprendizaje –la escuela y el territorio-, como referentes del conocimiento y de la experiencia de vida de las comunidades. Los sujetos contribuyeron al proceso desde diferentes roles y espacios, formales e informales, teniendo como epicentro la escuela, desde donde interactúan maestros y estudiantes, quienes, a su vez, forman parte de la comunidad. En este sentido, la escuela se entiende como un espacio de diálogo, al tiempo que se reconoce como parte de una comunidad. Desde luego, otros espacios, como los de producción y consumo, de construcción de saberes y subjetividades, de soportes colectivos y de relaciones socio-ecosistémicas fueron igualmente vitales en este contexto.

Fue necesario también pensar un enfoque pedagógico basado en la posibilidad de realizar un ejercicio histórico-hermenéutico que permitiera, como lo plantean Rengifo Rengifo et al., (2012), la reconstrucción de los hechos. No obstante, una reconstrucción en la que los individuos y las comunidades puedan representar sus realidades, otorgándole diversas interpretaciones y significados a sus relaciones con la naturaleza; en este caso, con el agua, el suelo y el bosque como ejes articuladores de esas relaciones. Además, este enfoque se apoyó en una perspectiva crítica de la hermenéutica, no fundada en los textos para indagar por los precursores del saber, sino en la complejidad ambiental que implica una ética y unos valores como parte del compromiso para transformar esas realidades (Leff, 2004). Dicha perspectiva también se nutre de la teoría del aprendizaje significativo propuesta por David Ausbel, según la cual es posible lograr la conexión entre los conocimientos previos, la estructura cognitiva de las personas que participan en el proceso y los nuevos conocimientos, en un marco de comprensión relacional (Rodríguez Palmero, 2004). De esta manera, se otorga relevancia a todo tipo de conocimiento: los saberes ancestrales y aquellos generados por la comunidad, y a los saberes generados en la academia, poniéndolos en diálogo. Este modelo de aprendizaje social en contextos complejos de gobernanza (Pahl-Wostl et al., 2008;

Pahl-Wostl et al., 2007) descarta el que se obtiene de manera mecanicista o memorística, y promueve la participación activa y crítica de las personas frente a sus inquietudes, a sus intereses y a la utilidad de lo que se desea aprender.

Con base en los anteriores conceptos, este artículo presenta la experiencia pedagógica del laboratorio social transdisciplinar MAC a lo largo de ocho años de trabajo: contiene la metodología utilizada, los resultados de cada fase de trabajo, la discusión y las respectivas conclusiones derivadas de este proyecto de colaboración.

Metodología

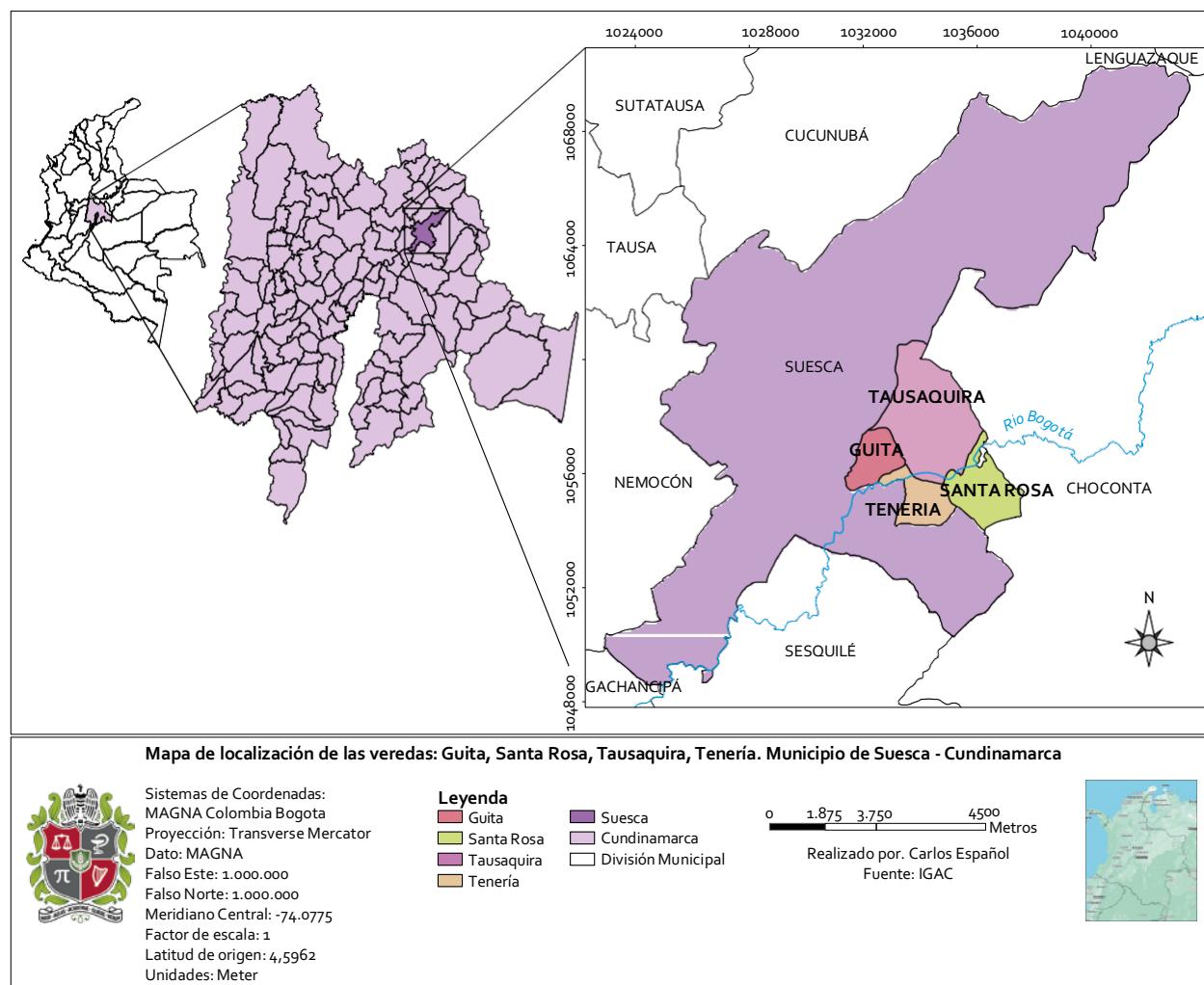
De acuerdo con los fundamentos conceptuales y teóricos mencionados, a continuación se describe

cómo se desarrollaron las dos fases de trabajo en las veredas del municipio de Suesca, Cundinamarca, que participaron en los procesos de extensión solidaria (Fase 1: Santa Rosita y Tenería; Fase 2: Santa Rosita, Tenería, Tausaquirá y Güita). Además, se incluye el trabajo desarrollado entre fases por el núcleo local conformado en la primera fase. La Figura 2 presenta la ubicación de las veredas con respecto al río Bogotá.

Sujetos y espacios de aprendizaje:

MAC definió como sujetos a los maestros, estudiantes y la comunidad. Con los primeros, se mantuvo una reflexión permanente sobre la necesidad de contextualizar la práctica pedagógica en torno a las realidades sociales y ecológicas que se presentan en el territorio para reconocerlo y apropiarlo. Asimismo,

Figura 2. Mapa de localización de las veredas de Suesca que participaron de los procesos de extensión solidaria



se discutió la necesidad de una mirada transversal a la hora de tratar temáticas de tipo ambiental, que son integrales y se relacionan con todas las áreas del saber. Con los segundos, se promovió en ellos –la significación de sí mismos como sujetos capaces de construir conocimiento e influir a través de éste en la cotidianidad de una comunidad- (Hernández Gómez y Vargas Aldana, 2016, p. 104). A través de los recorridos, las conversaciones y actividades se buscó dotar de nuevos significados sus espacios de vida y su cotidianidad, identificando los procesos y actores claves en su territorio, y también se fomentaba que ellos mismos formularan cuestionamientos sobre la realidad. Con los terceros, se promovió la interacción en diferentes espacios de reunión formal e informal, buscando tanto la socialización y el intercambio de las experiencias y los procesos de retroalimentación fuera de las aulas, como la participación de la comunidad no escolar en los espacios académicos. Durante la segunda fase se hizo un mayor énfasis en promover y fortalecer la participación de todos los sujetos en espacios no académicos del territorio, especialmente en las fincas.

En la primera fase (2017-2018), los sujetos interactuantes fueron los docentes de las asignaturas de español, matemáticas, química, física, y los estudiantes de los grados sexto, séptimo, noveno, décimo y once de la IED Pablo VI. En particular, trece estudiantes de los cursos décimo y once participaron en un mayor número de actividades de la implementación de la estrategia pedagógica de MAC, debido a que realizaron horas de trabajo social en el marco del proyecto.

En el ámbito de las organizaciones sociales, los participantes fueron principalmente líderes de las JAC, de los acueductos veredales y los fontaneros, quienes se encargaban del manejo técnico de los sistemas de abastecimiento de agua. Además, participaron alrededor de treinta habitantes de las dos veredas (Santa Rosita y Tenería) y los representantes de las tres ONG detalladas en la Figura 1. Durante el último año de esta primera fase se involucraron dos organizaciones adicionales (Plural Nodo Cultural y La Roca - Moneda Social) y seis representantes de sistemas productivos (turismo, agricultura, agro-industria) del municipio, quienes abrieron sus puertas para participar en la visibilización e intercambio

de experiencias sobre ciclos de agua y restauración ecológica. En la segunda fase participaron alrededor de cuarenta y seis personas de la comunidad local, habitantes de las cuatro veredas donde se realizaron los talleres de la Escuela de Campo MAC.

Procesos pedagógicos como articuladores de la estrategia pedagógica MAC:

Para articular el enfoque, los sujetos y los espacios de aprendizaje, se diseñaron tres procesos pedagógicos en los cuales los sujetos interactuantes mencionados concretaron sus interacciones en los espacios de aprendizajes definidos: el territorio y la IED, en sus aulas y laboratorio.

El primer proceso, *Maestros enseñan a maestros (MeM)*, buscó abrir un espacio de interacción entre los docentes de la IED Pablo VI y los docentes e investigadores de la UNAL. Con base en la identificación de saberes específicos, se problematizó el tema del agua y de los bosques, y se exploraron formas de integración de temáticas transversales en el currículo de las asignaturas. Adicionalmente, se diseñaron ejercicios y prácticas docentes para aplicación de saberes integrados en las ciencias sociales, las ciencias naturales y las exactas.

El segundo proceso, *Semillero de Investigadores (SI)*, con el apoyo de los docentes de la IED, se promovió los semilleros de investigación, en los que la participación de los estudiantes fue fundamental para reconocerse como sujetos de conocimiento, es decir, con la confianza de aproximarse a la comprensión de problemáticas complejas y de incidir en la comunidad y en su propia realidad. En este proceso se realizaron diversas actividades, como talleres en aula y recorridos territoriales con estudiantes de últimos grados, fomentando que, posteriormente, ellos replicaran las mismas actividades con estudiantes de grados menores y con la comunidad local. En la segunda fase, se hizo un mayor énfasis en la inclusión de la comunidad no escolar en la conformación de semilleros de investigación, a través de la interacción permanente entre vecinos de diferentes veredas que adelantaban procesos relacionados.

El tercer proceso, *El saber de la Comunidad (SC)*, propendió por el rescate de los saberes ancestrales derivados de las historias de vida y de la articulación con el territorio. Más allá del **saber por saber** se

planteó la premisa de «conocer para transformar». En este sentido, se realizaron capacitaciones, talleres y recorridos fuera de la IED, en espacios comunales de las veredas, para tener un alcance mayor al de la comunidad escolar. También se propiciaron ejercicios de investigación participativa y ciencia abierta que recogieran marcos conceptuales y metodológicos trabajados durante los procesos de extensión. Durante la segunda fase se fortaleció este último proceso y se promovió una mayor participación de la comunidad no escolar, articulando la metodología Campesino a Campesino (CaC), un enfoque utilizado en los estudios agroecológicos para facilitar el intercambio de conocimientos y experiencias entre campesinos (Martínez Rodríguez, 2024; González Ramos, 2023; Leão Cardoso & Barbosa de Abreu, 2023). Con base en esta metodología, se diseñó una Escuela de Campo (EC) con cuatro sesiones teórico-prácticas en diferentes fincas, las cuales integraron los conocimientos usados en el reconocimiento del territorio. Durante esta fase también se buscó que la comunidad participara en los ejercicios de investigación de los equipos académicos con el objetivo de acercarla a la realización de un proceso de investigación.

En la EC, el equipo interdisciplinario de la UNAL seleccionó una serie de contenidos que compartió previamente con la comunidad. Se difundió una convocatoria abierta para cada sesión y la comunidad asistente participó de manera activa. Finalmente, el enfoque de la EC fue ofrecer un modelo de proceso pedagógico que integrara los procesos trabajados en la primera fase, así como los sujetos y espacios de aprendizaje definidos. Una vez desarrollados los cuatro talleres, se realizó una encuesta para conocer las percepciones de la comunidad, quienes firmaron un consentimiento informado para la recopilación de información.

Como producto de la primera fase de trabajo, se propuso conformar cuatro grupos locales que idealmente se encargarían de dar continuidad a cuatro procesos centrales; 1) monitoreo de ensayos de restauración ecológica, 2) red comunitaria de viveros, 3) monitoreo comunitario de calidad de agua y 4) proceso pedagógico MAC. Durante el año siguiente a la finalización de la primera fase con la UNAL, después de algunas actividades realizadas por los

grupos 2 y 4, estos cuatro grupos se fusionaron en uno que se centró en fortalecer la estrategia pedagógica, trabajando de la mano de la IED e incidiendo en procesos comunitarios más allá de la comunidad escolar. Entre 2019 y 2022, este núcleo local realizó actividades enmarcadas en los procesos pedagógicos: recorridos y talleres con diferentes cursos y docentes de la IED, con la comunidad local de las veredas Tenería y Santa Rosita, e integró a la comunidad de las veredas Güita y Tausaquirá. En 2020, durante la pandemia por COVID-19, este núcleo local desarrolló contenidos temáticos y materiales para apoyar la labor docente en esta época de especial dificultad para la educación en el entorno rural.

Resultados

Se presentan los resultados en tres partes. La primera corresponde al desarrollo de los procesos pedagógicos de la fase 1 en las veredas Tenería y Santa Rosita. La segunda muestra las actividades implementadas por el núcleo local MAC en el período entre fases y las unidades temáticas desarrolladas como apoyo a la labor docente de la IED durante la pandemia. La tercera hace referencia a los procesos pedagógicos de la fase 2 y a la EC MAC en las veredas Tenería, Santa Rosita, Tausaquirá y Güita.

Fase 1

Los tres procesos pedagógicos se materializaron a través de recorridos territoriales y talleres teórico-prácticos, conectados a través de los ejes de trabajo *ciclo de agua y restauración ecológica*. Como punto de partida, se desarrollaron las actividades del proceso MeM, comenzando con la interacción de docentes de la UNAL y de la IED local, a la que también asistieron otras personas de la comunidad. Posteriormente, se llevaron a cabo las actividades del proceso SI, en el que los docentes de la institución local compartieron los saberes intercambiados con los docentes de la UNAL con los estudiantes de grados más altos (décimo y once), quienes, a la vez, replicarían las actividades con los cursos más bajos (sexto y noveno).

Una vez implementados los procesos de MeM y SI, se desarrollaron las actividades del tercer proceso (SC), invitando a la comunidad no escolar

(habitantes y líderes de las veredas y representantes de las ONG) a la escuela, y a los estudiantes y docentes de la IED a espacios comunales, alternando así los espacios de aprendizaje definidos. La Tabla 1 resume los recorridos y talleres realizados en cada proceso pedagógico, mientras que la descripción detallada de cada actividad se presenta en el Apéndice.

Entre fases

El núcleo local de la Red de Viveros Comunitarios desarrolló fichas técnicas de especies importantes para la restauración, las cuales fueron definidas en la primera fase, previamente a la fusión con el núcleo local de Proceso Pedagógico. Este último grupo se consolidó con un grupo de habitantes de

las cuatro veredas (Tenería, Santa Rosita, Tausaquirá y Güita) y mantuvo la continuidad del proceso durante 2018 y 2022, en especial con participación de miembros de la IED y las JAC de las veredas.

En la tabla 2 se presentan los resultados de este proceso solidario de continuidad de la estrategia pedagógica propuesta con relación a las actividades desarrolladas en entre esos años (2018-2022). El año 2020 es de especial importancia porque debido a la pandemia por COVID-19 no fue posible realizar recorridos ni talleres presenciales. Sin embargo esta circunstancia impulsó a que el núcleo local diseñara un ciclo de talleres compuesto por cuatro unidades temáticas como apoyo a la labor docente en la IED Pablo VI. Se desarrollaron materiales para uso de los

Tabla 1. Actividades realizadas en la fase 1 por proceso pedagógico

Proceso pedagógico	Actividad	Nombre de la actividad
Maestros enseñan a maestros	Recorridos	Nacimientos de agua y acueductos
		Identificación de especies nativas
	Talleres	Ciclo de agua
		Restauración Ecológica
Semillero de Investigadores	Recorridos	Acueductos complementarios
		Planta de tratamiento de agua potable municipal
	Talleres	Experimentos de ciclo de agua
		Dinámicas naturales y socioeconómicas del territorio
El Saber de la Comunidad	Recorridos	Nacimiento del río Bogotá
		Manejo de agua
	Talleres	Restauración ecológica
		Calidad de agua

Nota. Fuente: Autores

Tabla 2. Resultados núcleo local Proceso Pedagógico 2018-2022

2018- 2019	
Actividad	Descripción
Taller AQUATOX vereda Güita	Realización de taller AQUATOX en la reserva natural El Turpial en la vereda Güita utilizando los kits de la primera fase. Participación de niños y niñas de la vereda
Introducción MAC en la IED Pablo VI	Taller en aula, reintroducción de conceptos (sistemas, cuencas) realización de mapas mentales y cartografías de las veredas con los ciclos del agua
Nacimiento río Bogotá	Recorrido al nacimiento del río Bogotá con estudiantes IED Pablo VI, presidente JAC Santa Rosita. Medición de parámetros de calidad de agua con sonda multiparámetro en el nacimiento del río
Carácterización bosque de referencia RNSC "El Turpial"	Levantamiento participativo de la información pertinente para la caracterización del bosque de referencia de las Rocas de Suesca y construcción participativa del Plan de Restauración Ecológica de la RNSC.

Continúa

Continuación tabla 2. Resultados núcleo local Proceso Pedagógico 2018-2022

2018- 2019	
Actividad	Descripción
Construcción de maquetas de la cuenca	En la asignatura de matemáticas se construyeron maquetas representando el territorio de interés a diferentes escalas, permitiendo ver los ciclos de agua y las diferentes dinámicas de uso de suelos.
2020	
Unidad temática	Materiales desarrollados
Sistema cuenca	Documento con preguntas y materiales, Audios "El Sistema Tierra", "La Cuenca como sistema", "Historia Natural de la Cuenca" "Ejemplos Sistemas (Río Bogotá, Huerta, Bosque de encenillo, Yahrai, Cucarrón)"
Suelos y restauración ecológica	Documentos preguntas y materiales "Suelos y formación de montañas", "Restauración ecológica", Audios "Formación de las montañas", "Restauración ecológica", "Ecología de la restauración", "Restauración El Toche", Material de apoyo a la restauración.
Ciclos: Agua y Carbono	Documento preguntas y materiales "Ciclos: Agua y Carbono", Audios "ciclo de agua", "ciclo de carbono", Material de apoyo
Sistemas productivos	Materiales de apoyo, Máquina verde del clima, Bosque como sistema productivo
2021	
Actividad	Descripción
Intercambio entre estudiantes del Liceo Juan Ramón Jiménez de Bogotá y la IED Pablo VI	Los estudiantes de estas instituciones intercambiaron a través de cartas sus experiencias y conocimientos relacionados con problemáticas ambientales y sociales
Reconocimiento de acueductos y cuenca	Recorridos territoriales por los nacimientos de agua de las veredas y por las microcuenca para identificar los procesos del ciclo del agua en el territorio e identificar escenarios de restauración
Formación Promotores en Restauración Ecológica con la Fundación Chaibá y la RNSC "El Turpial".	Establecimiento de un vivero y de un proceso de formación en procesos de restauración ecológica con estudiantes de horas sociales de la IED Gonzalo Jiménez de Quesada.
2022	
Actividad	Descripción
Encuesta Monitoreando el agua de mi casa	Se realizó una encuesta a estudiantes del grado décimo de la IED Pablo VI con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con el monitoreo del agua en un ejercicio sencillo de observación de sus actividades diarias relacionadas con el agua.
Reconocimiento de acueductos y cuenca	Recorridos territoriales por los nacimientos de agua de las cuatro veredas y por las microcuenca para identificar los procesos del ciclo del agua en el territorio, incidencia de sistemas productivos e identificar escenarios de restauración.
Historia geoambiental del río Bogotá	Recorrido territorial desde la IED Pablo VI Santa Rosita - Río Bogotá - Cañón de la Lechuza - Rocas de Suesca -Reserva El Turpial, Valle de los Halcones - Santa Rosita. Invitados especiales Sergio Gaviria, Diana Romero. Participación estudiantes de la IED, JAC y Acueductos de las cuatro veredas.
Caracterización de sistemas productivos desde un enfoque de sustentabilidad productiva.	En alianza con el semillero de investigación Agricultura, Ambiente y Sociedad (AGRAS) de la UNAL se realizó durante los dos semestres académicos de 2022 la caracterización de 16 fincas en diferentes veredas del municipio de Suesca.
Participación en el programa radial Suesca Territorio Vivo (radio comunitaria RocaStereo)	Con el fin de visibilizar los procesos desarrollados por el núcleo local MAC y la sostenibilidad de la alianza con la UNAL el profesor Álvaro Acevedo y su grupo de estudiantes (pregrado y doctorado) participó en el programa radial.
Formulación de proyectos en el marco del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental (CIDEA) a nivel municipal	Apoyo a la JAC de Santa Rosita en la formulación del proyecto CANTOS DEL CAÑÓN DE LAS LECHUZAS. Participación en la convocatoria del Ministerio de Cultura sobre paisajes sonoros del cañón de las lechuzas.

Nota: Elaboración propia

Tabla 3. Talleres teórico-prácticos EC MAC

Taller	Lugar	Objetivo
Planificación de la Finca (coordinado por el semillero AGRAS)	Finca de Carolina Susa y Lizardo Rueda, vereda Santa Rosita	Familiarizar a los participantes con la metodología de caracterización de sistemas productivos desde un enfoque de sustentabilidad productiva.
Restauración Ecológica y Servicios Ecosistémicos (coordinado por el grupo GRE-UNAL)	Finca Bella Vista, vereda Tenería	Familiarizar a los participantes con los principios aplicados de la restauración ecológica y los servicios ecosistémicos como alternativas para recuperar y mejorar los ecosistemas y sus beneficios.
Manejo de Aguas y Suelos (coordinado por el semillero AGRAS)	Finca de Patricia Rojas y Eduardo González, vereda de Güita	Comprender de manera reflexiva el suelo como organismo vivo y aplicar principios y prácticas tendientes a su conservación y al manejo agroecológico de la fertilidad.
Agua y Saneamiento (coordinado por el grupo RESA)	Finca El Recuerdo, vereda Tausaquirá	Sensibilizar a los participantes sobre la importancia del agua y cómo sus acciones cotidianas pueden influir en la calidad de este recurso.

Nota. Fuente: autores

docentes de la institución, como apoyo para diseñar sus talleres y actividades con los estudiantes. En la asignatura de español, por ejemplo, los estudiantes presentaron varios ejercicios inspirados en MAC, entre los que se encuentran escritos, dibujos y videos.

Fase 2

Procesos pedagógicos y Escuela de campo MAC:

Durante la fase 2 también se realizaron diversos recorridos territoriales con los grupos académicos y la comunidad, y se contó con la participación de tres dependencias de la alcaldía municipal, propiciando así un reconocimiento conjunto y la posibilidad de crear puentes entre los diferentes saberes. Entre esas actividades se destaca el ejercicio de reconocimiento de la RNSC El Turpial, realizado por el GRE-UNAL. La actividad fue parte de un ejercicio de divulgación del guión de interpretación de la reserva, elaborado en dos niveles de análisis -local y regional-, en función de las dinámicas hídricas y de protección de la biodiversidad. Las actividades de levantamiento de información para el análisis de manejo de aguas y residuos también contaron con el acompañamiento de personas de la comunidad, especialmente estudiantes de la IED de últimos grados, que realizaron sus horas sociales como parte de MAC.

Como mecanismo de articulación de los tres procesos pedagógicos, durante la fase 2 se diseñó

e implementó la Escuela de Campo (EC) MAC, como un nodo articulador de los procesos pedagógicos, los sujetos y los espacios de aprendizaje implementados en la fase 1. Esta escuela se desarrolló mediante una serie de cuatro talleres teórico-prácticos, diseñados con objetivos específicos y actividades prácticas orientadas a promover el aprendizaje experiencial entre los participantes. Cada sesión se realizó en una finca de alguna de las cuatro veredas de estudio, de manera que se llevara a cabo la práctica aplicada en un caso real en el terreno y además facilitar tanto el intercambio de conocimientos entre los participantes como la posibilidad de replicar las prácticas en otras fincas más adelante.

Las cuatro sesiones desarrolladas en la EC fueron:

- 1) Planificación de la Finca
- 2) Restauración Ecológica y Servicios Ecosistémicos
- 3) Manejo de Aguas y Suelos
- 4) Agua y Saneamiento

Al final de cada una de las sesiones se realizó una práctica específica sobre calidad de agua, llamada taller AQUATOX⁵, desarrollada también en la primera fase. La Tabla 3 presenta los objetivos de cada sesión, el lugar de realización y el grupo coordinador.

⁵ AQUATOX es una red internacional escolar que aborda la toxicidad de agua producto de Aquatox 2000, una iniciativa del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá (International Development Research Centre, 2000).

La descripción de cada taller se presenta en el Apéndice.

Encuesta de percepción local Escuela de Campo MAC:

La encuesta de percepción de la Escuela de Campo “Manos a la Cuenca” (EC MAC) se diseñó como un instrumento de seguimiento y evaluación del proceso formativo implementado. El formulario estructurado incluyó 18 preguntas que indagaban sobre: datos sociodemográficos, participación en sesiones, aplicación práctica de conocimientos, identificación de escenarios de restauración, dificultades de implementación, interés en procesos de investigación participativa, prioridades temáticas y percepción general del proceso.

Esta herramienta permitió evaluar tanto la apropiación de conocimientos como el impacto del proceso en las comunidades participantes, estableciendo una línea base para el seguimiento longitudinal de la iniciativa. Se aplicó a 13 participantes de cinco veredas (Güita n=6, Tenería n=3, Santa Rosita, Tausaquirá y El Rhur-Cucunubá n=1 cada una), con edades entre 16 y 50 años, que representaron diversos sectores: docentes, profesionales, agricultores, estudiantes y líderes comunitarios vinculados a organizaciones como las JAC, la Red de Huertas y la Fundación El Silbido de la Montaña.

El 62 % (n=8) reportó haber aplicado conocimientos adquiridos, implementando la planificación de sus fincas según los criterios brindados en la escuela. Los escenarios de restauración identificados fueron: cercas vivas (77 %, n=10), borde de bosque (69 %, n=9) y potrero (46 %, n=6). Entre las dificultades de implementación se destacan factores climáticos (fenómeno del Niño, vientos fuertes, heladas), limitaciones edáficas y escasez de mano de obra, según el análisis cualitativo de respuestas abiertas.

Las prioridades temáticas identificadas fueron la restauración ecológica (especialmente de riberas y nacimientos de agua), la gestión integral del agua (manejo de aguas grises/negras y pozos sépticos) y el manejo de suelos. Además, los participantes sugirieron incorporar temas complementarios, como energías renovables, permacultura, gestión de residuos y manejo orgánico de plagas. La percepción general fue notablemente positiva, describiendo la

experiencia como “necesaria” y como “una oportunidad para aprender de otras experiencias”. Una participante señaló que “[esta experiencia] ayuda a conectarnos como comunidad y a aprender cómo gestionar nuestro territorio de la mano de la naturaleza”, siendo esto una evidencia del impacto positivo de la actividad para el fortalecimiento del tejido social. El 77 % (n=10) expresó interés en participar en procesos de investigación en sus fincas, y el 69 % (n=9) en formar parte de semilleros de investigación local, demostrando así el potencial de sostenibilidad de la iniciativa. El detalle de la estrategia de verificación de indicadores y cálculos realizados para la encuesta se encuentra en el Apéndice.

Discusión

Los resultados de la estrategia pedagógica MAC permiten comprender cómo la configuración de diversas iniciativas de carácter socio-ambiental, y con antecedentes en las veredas participantes, confluyen en un entorno de colaboración transdisciplinaria, enfocado en promover la gestión integrada del territorio y la sustentabilidad a nivel local. Este entorno de colaboración entre la Universidad y la comunidad permitió abordar problemáticas complejas como el mal manejo del agua, la fragmentación de bosque y el inadecuado ordenamiento territorial en la cuenca alta del río Bogotá. Como lo señala Flores-Díaz et al.

(2018), el trabajo colaborativo es esencial para buscar soluciones ante situaciones de alta complejidad. En este sentido, el aporte de la estrategia pedagógica MAC, más que considerarse una solución en sí misma, se configura como una respuesta de carácter local, en la que la generación de conocimiento de base comunitaria o de una ecología de saberes ha catalizado diversos procesos de empoderamiento local frente a la gestión sostenible del territorio. En este proceso, el equipo interdisciplinario de la Universidad desempeñó un rol de facilitador y dinamizador del intercambio de conocimiento, otorgando validez al conocimiento local y propiciando un diálogo de saberes que trascendió lo académico y lo profesional. Una experiencia de profundo aprendizaje compartido, de conexión con el territorio y de reencuentro con el propósito de construir puentes entre el conocimiento técnico y las realidades rurales,

reconociendo y potenciando las voces de quienes habitan y sostienen los socioecosistemas, estableciendo una comunicación horizontal con las comunidades que facilita la colaboración entre todos los actores.

A lo largo de esta experiencia el equipo interdisciplinario no solo facilitó espacios de diálogo, reflexión y experimentación, sino que también hizo parte de ellos. Escuchar las inquietudes, observar las prácticas y compartir con los participantes durante los talleres, los recorridos y los ejercicios fue también una oportunidad para reconocer y replantear las formas de entender y transmitir el conocimiento. Esta vivencia aportó a la reflexión conjunta de que *enseñar también es aprender*, y que el saber académico cobra sentido cuando se transforma en herramienta para la vida cotidiana y en posibilidad de acción concreta y colectiva. De acuerdo con Gieseke (2020), la colaboración es el mayor grado de interacción social y es fundamental en escenarios tan complejos y diversos. Además de su carácter local, la estrategia pedagógica de MAC es un aporte a los procesos de transformación cultural necesarios para enfrentar la crisis ambiental actual, considerada por algunos autores como una crisis total o una crisis de civilización (Carrizosa, 2024; Toledo y González de Molina, 2014; Ángel-Maya, 2013). La educación, sin duda, juega un papel fundamental en esta transformación. El enfoque pedagógico, que prioriza los sujetos y espacios de aprendizaje adaptado (Hernández Gómez & Vargas Aldana, 2016), se validó a lo largo de ocho años de trabajo, integrando a los diferentes actores sociales en el territorio en torno a una apuesta común: ser agente activo en la construcción de una nueva forma de entender la educación ambiental como educación para la sustentabilidad con una sólida base local.

En el caso concreto de la EC MAC, los temas abordados en los talleres no fueron simplemente contenidos, sino diálogos en los cuales se visualizó tanto el presente como el futuro del territorio. En cada jornada, se evidenció el compromiso de las comunidades por cuidar su entorno, su deseo por aprender y apropiarse de los procesos, y su capacidad para proponer soluciones nacidas desde su experiencia y arraigo por el territorio que habitan. Una de las enseñanzas más significativas para el equipo de la UNAL fue evidenciar que el trabajo en

territorio exige escucha activa, empatía, humildad y una mirada amplia que reconozca la complejidad de los socioecosistemas. El entorno colaborativo impulsado por la estrategia pedagógica de MAC desde 2016 reafirmó la idea de que la sustentabilidad no se construye desde la imposición de conocimiento científico, sino desde el respeto por los saberes locales y el fortalecimiento de vínculos comunitarios. Quizás, uno de los mayores aprendizajes fue constatar que, más allá de los datos, mapas o técnicas, lo que realmente transforma es el tejido que se construye entre las personas, que emerge de compartir una caminata, de una risa frente al experimento que salió bien (o no), del reconocimiento mutuo de que todos estamos aprendiendo. En ese sentido, MAC no solo dejó herramientas y conocimientos, sino que permitió conocer el territorio desde la perspectiva de los actores -a partir de su definición y relaciones con el entorno-, fortaleciendo los lazos entre los profesores y estudiantes de la Universidad y la comunidad. Este enfoque está alineado con los principios establecidos en la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) de Colombia, la cual promueve una educación ambiental crítica, participativa y contextualizada (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de Educación Nacional, 2002).

Finalmente, a través de metodologías participativas y el diálogo de saberes, MAC ha facilitado procesos de aprendizaje social que empoderan a las comunidades locales para gestionar su territorio de manera sostenible. También, contribuyó a fortalecer la relación entre la ciencia y la sociedad, mediante la participación activa de las comunidades en la generación y aplicación del conocimiento (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MinCiencias], s.f.), integrando los marcos normativos y conceptuales. Así, MAC ha contribuido a la construcción de una ciudadanía ambiental, capaz de incidir en las decisiones que afectan su entorno, fortaleciendo así el tejido social y la sustentabilidad territorial.

Conclusiones

Concebir este proyecto como un laboratorio social transdisciplinario ofreció un sinnúmero de oportunidades para repensar no solo la interacción de

diferentes grupos de investigación al interior de la Universidad (interdisciplina), sino también la relación de la Universidad con una comunidad local (transdisciplina). Esto permitió generar -y en algunos casos recuperar- la confianza, y plantear estrategias de pedagogía diferentes que han aportado tanto a la sustentabilidad como a la gestión territorial.

La estrategia pedagógica de MAC reafirma el potencial de la educación ambiental como herramienta para la transformación territorial cuando se construye desde la colaboración, la escucha y el reconocimiento de saberes diversos. Más allá de los resultados inmediatos, MAC logró activar procesos sostenibles de aprendizaje colectivo y fortalecimiento comunitario que permanecen vigentes más allá de la finalización del proyecto.

Esta experiencia demuestra que la apropiación social del conocimiento no solo es posible, sino fundamental para generar cambios significativos en contextos rurales. El enfoque transdisciplinar, junto con la pedagogía crítica y situada, permite transformar las relaciones entre universidad y comunidad, fortaleciendo capacidades locales que abren caminos para la sustentabilidad territorial en otros escenarios similares.

Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Colombia por financiar los proyectos con códigos 55451 y 36252, a la comunidad local y organizaciones de las veredas Tenería, Santa Rosita, Tausaquira y Güita del municipio de Suesca, Cundinamarca, a los profesores y estudiantes de pregrado y posgrado de los grupos de investigación GRE-UNAL, TERRAS, RESA, Desarrollo Territorial Sostenible, así como a los integrantes del semillero SIRSA de la Universidad Nacional que participaron activamente en la realización del proyecto.

Especial agradecimiento a la Institución Educativa Departamental *Pablo VI*, en particular a la profesora Andrea del Pilar Rojas, a las fundaciones Mentes Verdes, El Silbido de la Montaña y Al Verde Vivo, a la Reserva Natural de la Sociedad Civil El Turpial, a la Asociación de Productores de Orellanas de Tenería y a la radio comunitaria local *RocaStereo*. La autora correspondiente agradece al Programa

de Apoyo a la Formación Doctoral (PAFD) la financiación del trabajo de campo de su investigación doctoral que se articuló con el proceso de MAC, especialmente durante la primera fase.

Contribuciones de autoría:

Carolina Tobón Ramírez coordinó las propuestas de la fase 1 y 2, la puesta en marcha y la implementación de las metodologías de la fase 1 y del período entre fases como parte del núcleo local. Integró resultados de las dos fases, estructuró, editó y realizó la redacción final del artículo. Martha Bustos López coordinó el componente agua en la fase 1 y dirigió el proyecto en la fase 2; además, participó en la implementación de las metodologías de las dos fases en el componente agua y saneamiento y participó en la estructura del artículo y su redacción final. Héctor García Lozada participó en la realización de la propuesta, puesta en marcha, fundamentación conceptual y resultados de la estrategia pedagógica en la fase 1. Leyla Cárdenas Novoa realizó la coordinación local de la propuesta, la puesta en marcha y las metodologías de las dos fases y del período entre fases como parte del grupo local y redactó los resultados de la fase 2. Keile Bruges Pineda participó en la puesta en marcha de las metodologías del componente agua y saneamiento en las dos fases y redactó los resultados de las percepciones del equipo UNAL en fase 2. Todos los autores participaron en la redacción de la discusión y las conclusiones del artículo.

Conflictos de interés:

No existen conflictos de interés que pongan en riesgo la validez de los resultados aquí presentados y su interpretación.

Bibliografía

- Ángel-Maya, M. A. (2013). *El reto de la vida. Ecosistema y cultura, una introducción al estudio del medio ambiente* (2.9 ed.). <https://www.augustoangelmaya.com>
- Barreteau, O., Gibaud, D., Schoon, M., Cerceau, J., DeClerck, F., Ghiotti, S., James, T., Masterson, V. A., Mathevet, R., Rode, S., Ricci, F., & Therville, C. (2016). Bringing together social-ecological system and territoire concepts to explore nature-society dynamics. *Ecology and Society*, 21(4), 42. <https://doi.org/10.5751/ES-08834-210442>

- Berkes, F., & Folke, C. (1998). *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press.
- Berkes, F. (2017). Environmental governance for the Anthropocene? Social-ecological systems, resilience, and collaborative learning. *Sustainability*, 9(7), 1232. <https://doi.org/10.3390/su9071232>
- Carrizoa, J. (2024). *Afrontar la totalidad* (2.9 ed.). Universidad Nacional de Colombia. <https://portaldelibros.unal.edu.co/gpd-afrontar-la-totalidad-9789585053281.html>
- Dunlap, R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). New trends in measuring environmental attitudes: Measuring endorsement of the New Ecological Paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues*, 56(3), 425–442. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00176>
- Flores-Díaz, A., Quevedo Chacón, A., Ramírez Ramírez, I., Páez Bistrain, R., & Larrazábal De la Vía, A. (2018). Community-based monitoring in response to local concerns: Creating usable knowledge for water management in rural lands. *Water*, 10(5), 542. <https://doi.org/10.3390/w10050542>
- García-Triviño, F., & Psegiannaki, A. E. (2025). Media-lab Prado como laboratorio ciudadano en el contexto tecnocultural, urbano y arquitectónico. *Teknokultura. Revista de Cultura Digital y Movimientos Sociales*, 22(1), 19–31. <https://doi.org/10.5209/tekn.95310>
- Gieseke, T. M. (2020). *Collaborative environmental governance frameworks: A practical guide*. CRC Press.
- González Ramos, Y. (2023). *Formación en agroecología y la metodología de campesino a campesino: Horizontes paradigmáticos de la educación del campo y educación popular* [Tesis de doctorado, Universidade Estadual Paulista]. Repositorio Institucional UNESP. <https://repositorio.unesp.br/items/128ef544-52c0-4781-9ec6-6a59ee5008a1>
- Hernández Gómez, C. A., & Vargas Aldana, C. M. (2016). Minería y cambio climático en la cuenca del Tunjuelo: Una experiencia de formación política en la escuela. *Educación y Ciudad*, 30, 99–106. <https://doi.org/10.36737/01230425.v.n30.2016.1590>
- Leão Cardoso, A., & Barbosa de Abreu, P. H. (2023). Metodología social campesino a campesino como alternativa para la transición agroecológica y la promoción de la diversificación del uso de la tierra en una región minera: Un estudio de caso en el cuadrilátero ferrífero de Minas Gerais, Brasil. *Memorias SIFORED - Encuentros Educación UAN*, 7. <https://revistas.uan.edu.co/index.php/sifored/article/view/1679>
- Marschalek, I., Unterfrauner, E., Seebacher, L. M., Hofer, M., & Handler, K. (2023). Social labs as good practice for transdisciplinary engagement processes in research and innovation. *Research for All*, 7(1), 4. <https://doi.org/10.14324/RFA.07.1.04>
- Marschalek, I., Blok, V., Bernstein, M., Braun, R., Cohen, J., Hofer, M., & Kumar Thapa, R. (2022). The social lab as a method for experimental engagement in participatory research. *Journal of Responsible Innovation*, 9(3), 419–442. <https://doi.org/10.1080/23299460.2022.2119003>
- Martínez Mendoza, F. Z., Bakker, N., & Gómez Hernández, L. (2010). Herramientas para la metodología Campesino a Campesino: Innovación pedagógica para construir saberes agroecológicos. *LEISA Revista de Agroecología*, 26(4). <https://leisa-al.org>
- Martínez Rodríguez, Y. Y. (2024). Por una educación agroecológica campesina: Metodología Campesino a Campesino en la apuesta pedagógica del IALA Iximulew en Nicaragua. *Índice: Revista de Educación de Nicaragua*, 5(1), 145–158. <https://revistaindice.cnu.edu.ni/index.php/indice/article/view/279>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Política nacional de educación ambiental*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-Nacional-Educacion-Ambiental.pdf>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MinCiencias]. (s. f.). ¿Qué es la apropiación social del conocimiento? <https://minciencias.gov.co/cultura-en-ctei/apropiacion-social/definicion>
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analysing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pahl-Wostl, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tàbara, D., & Taillieu, T. (2007). Social learning and water resources management. *Ecology and Society*, 12(2), 5. <https://doi.org/10.5751/ES-02037-120205>
- Pahl-Wostl, C., Mostert, E., & Tàbara, D. (2008). The growing importance of social learning in water resources management and sustainability science. *Ecology and Society*, 13(1), 24. <https://doi.org/10.5751/ES-02352-130124>
- Rengifo Rengifo, B. A., Quitiaquez Segura, L., & Mora Córdoba, F. J. (2012, mayo). La educación ambiental: Una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia [Ponencia]. *XII Coloquio Internacional de Geocrítica: Independencias y construcción de Estados nacionales: poder, territorialización y socialización, siglos XIX-XX*, Bogotá, Colombia. Universidad de Barcelona. <https://www.ub.edu/geocrit/colloquio2012/actas/06-B-Rengifo.pdf>
- Rodríguez Palmero, M. L. (2004). La teoría del aprendizaje significativo [Ponencia]. *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*, Pamplona, España. <https://cmc.ihmc.us/cmc2004proceedings/cmc2004%20-%20vol%201.pdf>
- Ruiz-Marín, E., Peña, A., Hernández-Abril, S. A., Pachón-Blanco, L. M., Vargas-Ríos, O., &

- Rodríguez-Eraso, N. (2024). Escenarios y alternativas de restauración ecológica en paisajes andinos degradados: El caso de la cuenca alta del río Bogotá (Suesca, Cundinamarca). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 48(189), 871-885. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.2671>
- Santos, B. de Sousa. (2014). Más allá del pensamiento abismal: De las líneas globales a una ecología de saberes. En B. de Sousa Santos & M. P. Meneses (Coords.), *Epistemologías del Sur (Perspectivas)* (pp. xx-xx). Ediciones Akal.
- Timmermans, J., Blok, V., Braun, R., Wesselink, R., & Nielsen, R. Ø. (2020). Social labs as an inclusive methodology to implement and study social change: The case of responsible research and innovation. *Journal of Responsible Innovation*, 7(3), 410–426. <https://doi.org/10.1080/23299460.2020.1787751>
- Tobón Ramírez, C. (2023). *Metabolismo social, sustentabilidad y territorio en el río Bogotá* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84146>

APÉNDICE

Educación para la Sustentabilidad y Gestión Territorial: Aportes del laboratorio social Manos a la Cuenca en Suesca, Cundinamarca, Colombia

Fase 1.

“Maestros enseñan a maestros”

Recorridos

§ **Nacimientos de agua y acueductos de las veredas Tenería y Santa Rosita:** Se hicieron análisis de las formaciones geológicas que han dado lugar a las dinámicas hídricas del territorio, se identificaron patrones ganaderos y se constató la presencia de animales y cultivos de papa en las inmediaciones de las bocatomas de agua. Se identificaron también algunas especies nativas sin protección.

§ **Identificación de especies nativas:** Se realizó una charla y un recorrido sobre especies nativas de bosque ripario (ronda de río), diferentes tipos de semillas, ciclos de desarrollo de las plantas (vegetativo y reproductivo (floración, polinización y fructificación), estrategias de dispersión, tratamiento y germinación. La mayoría de las especies que han sido sembradas en el área no coinciden con las especies presentes en los relictos de bosque y parches de bosque.

Talleres:

§ **Ciclo de agua:** Se realizaron talleres con los estudiantes de los grados noveno, décimo y once,

y los docentes encargados de las asignaturas de Matemáticas, Física, Biología/ Química y Español. Los temas que se abordaron fueron el ciclo del agua, sus procesos y la relación de éstos con el área de la cuenca que habitan. Durante los talleres se estableció la relación entre el ciclo del agua y el suelo y se analizaron las causas de erosión y remoción en masa por falta de cobertura vegetal. Se identificaron los diferentes tipos de suelos y se logró acercar a los estudiantes a los procesos geológicos de las veredas, identificando las diferencias entre estos tipos de suelo a través de la infiltración.

§ **Restauración Ecológica:** Se discutieron los procesos de deterioro de las coberturas vegetales nativas que conllevan a la necesidad de adelantar procesos de restauración ecológica, se hizo una aproximación a la caracterización de bosques de referencia y sus especies, entre todos los participantes los diferentes escenarios de restauración y posteriormente en un recorrido se aplicó este conocimiento a la realidad de las veredas identificando posibles estrategias de restauración a diferentes escalas. Se identificaron también áreas de potencial erosión debido a las fallas geológicas presentes en la zona y se lograron identificar algunas de las especies nativas presentes en la zona.

"Semillero de Investigadores"

Recorridos

§ **Acueductos complementarios:** Se hizo un reconocimiento del sistema de acueducto complementario de las veredas Santa Rosita y Tausa- quira que abastece a las veredas en épocas secas cuando disminuye la disponibilidad de agua en el nacimiento principal. Allí se pueden detallar las actividades que generan mayor impacto al abastecimiento de agua potable sobre el acuífero de Guadalupe.

§ **Planta de tratamiento de agua potable municipal:** Esta planta que se ubica en el cauce del río Bogotá y abastece a dos veredas del municipio con baja disponibilidad de agua (Barrancas, El Hatillo) y a parte del casco urbano. Aquí se discutió sobre el ciclo del agua en la vereda y la incidencia de actividades domésticas y agropecuarias, sobre la relación del ciclo de agua y la restauración ecológica en el mantenimiento de servicios ecosistémicos como la depuración natural, la retención de agua en el suelo y la protección contra la erosión.

Talleres

§ **Experimentos de ciclo de agua:** Los estudiantes del grado once realizaron un taller teórico práctico en el tema de ciclo del agua dirigido a los estudiantes del grado sexto integrando los conceptos básicos de cuenca y ciclo del agua y mostrando algunos de los procesos del ciclo del agua de manera experimental. Los alumnos del grado sexto dibujaron el acueducto de su vereda y su funcionamiento, se elaboraron maquetas con el diseño de los acueductos con la colaboración del grado once y una maqueta en plano aéreo con ayuda del presidente de la JAC de Santa Rosita para reconocer espacialmente los procesos analizados en las aulas y en los recorridos.

"El Saber de la Comunidad"

Recorridos:

§ **Dinámicas naturales y socioeconómicas del territorio:** Durante este recorrido se reconoció el área de la cuenca objeto de estudio y se identificaron

patrones de paisaje y problemáticas potenciales y/o reales en la zona relacionadas con el manejo del agua y la restauración del bosque nativo. Se observó el patrón ganadero en las dos veredas y adicionalmente se identificaron zonas de siembras forestales de Acacia, Pino y Eucalipto y en la vereda Santa Rosita una zona de establecimiento de la especie invasora Retamo Espinoso. Se observaron nacimientos de agua que no se encuentran protegidos, algunas zonas de bosque nativo en las partes altas de las veredas (parches y borde de bosque) y se reconocieron algunas especies potenciales para la restauración.

§ **Nacimiento del río Bogotá:** Con el reconocimiento del nacimiento del río Bogotá se identificaron los elementos que componen una cuenca: vegetación, fauna, sistemas de drenaje, geología, sistemas humanos y se discutió alrededor de la importancia de la vegetación y los suelos en el ciclo del agua en los procesos de infiltración y formación de los sistemas acuíferos. El concepto de cuenca permitió en los participantes el reconocimiento de la relación entre los diferentes sistemas sociales y ecológicos del territorio y la incidencia de los procesos naturales y humanos "aguas arriba" y "aguas abajo" de la zona de las veredas de estudio.

Talleres:

§ **Manejo de agua:** Se realizó un taller a los fontaneros de los acueductos veredales a los que también asistieron otros habitantes y estudiantes de la IED con el objetivo de dar recomendaciones sobre el manejo del agua en el sistema y sobre el mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura de cada acueducto. Se entregaron fotografías sobre cada sistema de acueducto veredal realizadas a partir de los recorridos y del trabajo conjunto con la comunidad.

§ **Restauración ecológica:** El taller teórico práctico sobre semillas buscaba compartir conocimiento entre personas del municipio que trabajan la germinación de semillas nativas en diferentes escenarios. Se discutió alrededor del reconocimiento del bosque nativo y de la importancia de propagarlo como una labor que debe multiplicarse con

la comunidad escolar y con todos los habitantes de diferentes veredas interesados en los procesos de restauración y recuperación de bosques.

§ **Calidad de agua:** Con el fin de despertar la conciencia de los jóvenes y la comunidad sobre la importancia de la relación entre la calidad de agua y la salud humana y ambiental se implementó el taller AQUATOX (International Development Research Centre, 2000) que consistió en la realización de pruebas sencillas para valorar la calidad del agua en términos microbiológicos. Se pusieron en práctica diferentes tipos de conocimientos de las asignaturas de química, matemáticas, física y biología. Este tipo de talleres permitieron también a los docentes identificar prácticas y conocimientos comunes entre las diferentes asignaturas que se dictan en la escuela de manera que el objetivo común pueda ser que los estudiantes conozcan de manera más integral el lugar donde viven y puedan afianzar los conocimientos a través de las dinámicas locales.

Fase 2.

Talleres Escuela Campo MAC

Planificación de la Finca

Este taller se desarrolló en la vereda Santa Rosita y fue coordinado por el grupo de investigación TERRAS. Se inició con una charla sobre agroecología, sus principios metodológicos y su integración en la vida cotidiana y se introdujo el ejercicio de caracterización de sistemas productivos a partir de la identificación de zonas de vida basadas en datos climáticos. Posteriormente, de manera grupal se realizó una distribución de la finca y se hizo una zonificación básica a partir de la profundidad de los suelos y la pendiente. A partir de esta zonificación se generó un mapa de Unidades Biogeoestructurales que fue contrastado con otro mapa de usos de suelo actuales de la finca para dar como resultado una determinación del uso potencial y los conflictos de uso presentes. También se hizo una corta evaluación de la estructura ecológica y de la conectividad ecológica de la finca.

En la segunda parte, el grupo de investigación RESA habló del ciclo del agua y la contaminación hídrica e inicio la actividad de AQUATOX en la que se usó un bioensayo con Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) para evidenciar la presencia de bacterias productoras de H₂S en el agua. Estas bacterias son indicadores de la presencia de patógenos y sus resultados son asimilables a simple vista ya que si hay presencia de estos la tira amarilla se torna negra.

Restauración Ecológica y Servicios Ecosistémicos

La sesión se llevó a cabo en la finca Bella Vista en la vereda Tenería y fue coordinada por el grupo de investigación GRE-UNAL y aplicó, semanas antes como preparación, las cápsulas de restauración ecológica diseñadas por el grupo¹. Este conocimiento se puso en práctica durante una caminata enfocada en la observación y el análisis de los componentes necesarios para la restauración ecológica, servicios ecosistémicos, los bosques de referencia, la fragmentación de los ecosistemas locales y los diferentes escenarios de restauración que se han identificado. Adicionalmente, se reconocieron especies de los bosques locales de importancia para los procesos de restauración ecológica mediante la elaboración de un herbario rápido. Se revisaron los principios básicos de RE, identificación y establecimiento de escenarios de restauración. Se habló de estrategias de restauración, incluyendo nucleación y selección de especies y se hizo una identificación y mapeo de los servicios ecosistémicos a nivel de las veredas aledañas.

En las horas de la tarde, se compartieron los resultados del ejercicio planteado en la sesión 1 de AQUATOX. En los tubos de ensayo con las tiras de H₂S se evidenciaron resultados positivos para la presencia de coliformes, en el agua de reservorios y en algunos acueductos rurales. Se obtuvieron resultados negativos en agua tratada, botellones o algunos acueductos. Se repasó el procedimiento y se repartió el material preparado para que la comunidad pudiera realizar nuevamente el ensayo.

¹ <https://bienestar.bogota.unal.edu.co/pgp/Publicaciones/Greunal/capsulasderestauracion.html>

Manejo de Aguas y Suelos

Fue realizado en la Finca de Patricia Rojas y Eduardo González, en la Vereda de Güita y coordinado por el grupo TERRAS. En la introducción a la sesión, mediante ilustraciones, se hizo un análisis de los diferentes componentes del suelo y de la importancia de cada uno de ellos. Luego, se elaboró de forma conjunta un biofertilizante a base de ortiga, suero y estiércol de vaca, que puede ser aplicado sobre las hojas o al suelo, sirve como abono, fertilizante y repelente de diversas plagas. Finalmente, se hizo un levantamiento de curvas a nivel en un sector de la finca, las cuales consisten en el trazo de una línea perpendicular, en sentido horizontal a la pendiente, en la que todos los puntos están alineados a la misma altura o nivel; la finalidad de estas curvas es que al sembrar cada hilera de planta constituya un obstáculo que se opone al paso del agua de escorrentía y disminuye su velocidad y su capacidad de arrastrar el suelo. Para este ejercicio se empleó un agronivel llamado "A", que fue construido por los participantes.

En esta tercera jornada, se llevó a cabo un segundo ensayo del taller AQUATOX, centrado en bioensayos con semillas de lechuga. El propósito de este ensayo fue evaluar la toxicidad de las muestras de agua a través de la observación de la inhibición de la germinación de las semillas, dado que sustancias de este tipo pueden afectar el desarrollo normal de las plantas. Se generó material explicativo para indicar cómo desarrollar el bioensayo y se montaron con agua traída por la comunidad. Dos de estos montajes fueron llevados al Laboratorio de Ingeniería

Ambiental de la UNAL, y otros dos se dejaron con la comunidad. Con el fin de comparar los resultados medidos en ambos casos se empleó el mismo tipo de muestra de agua correspondiente a agua lluvia almacenada y un reservorio de agua dedicado a actividades agropecuarias. Si la longitud promedio de las raíces es mayor al promedio del control negativo puede ser indicativo de la presencia de materia orgánica en el agua; por el contrario, si es menor, puede ser indicador de toxicidad.

Agua y Saneamiento

La sesión fue llevada a cabo en la finca El Recuerdo, vereda Tausaquirá a cargo del grupo RESA. En esta sesión, se intercambió conocimiento con la comunidad acerca del ciclo del agua y cómo las actividades humanas impactan este proceso vital. Esta dinámica participativa marcó el siguiente paso, donde de manera grupal se identificó y ubicó en mapas temáticos las diversas actividades humanas presentes en sus respectivas veredas. Este ejercicio ayudó a visualizar las interacciones de las comunidades con su entorno y las afectaciones al recurso hídrico local. Posteriormente se hizo la demostración práctica del funcionamiento de un filtro de arena, con agua de un reservorio de la finca. Se midió el parámetro de turbiedad empleando la sonda multiparámetro obteniendo una reducción de 41% de turbidez (medida en Unidades Nefelométricas (NTU)). También se mostraron los resultados del bioensayo que se realizó con semillas de lechuga se observó un efecto de hormesis² en las muestras que se tomaron del reservorio de agua.

² Un fenómeno de hormesis es una estimulación tóxica debido a la presencia de factores estimulantes del crecimiento (materia orgánica) en la muestra.

Encuesta de percepción local Escuela de Campo MAC:

Estrategia de Verificación de Indicadores y Cálculos

Población encuestada:	13 participantes de 5 veredas (n=13)
Verificación: Conteo directo de respuestas únicas por participante en el formulario	
	Güita: 6 participantes (46.2%)
	Tenería: 3 participantes (23.1%)
Distribución geográfica:	Santa Rosita: 1 participante (7.7%)
	Tausaquirá: 1 participante (7.7%)
	El Rhur-Cucunubá: 1 participante (7.7%)
	Casco poblado Suesca: 1 participante (7.7%)
Verificación: Conteo por campo "Vereda" en las respuestas	
Aplicación de conocimientos (62%):	Cálculo: 8 respuestas "Sí" de 13 total = 61.5% ≈ 62%
	Verificación: Pregunta "Ha aplicado los conocimientos adquiridos en el curso en su finca?"
Planificación de fincas:	Cálculo: 8 respuestas "Sí" de 13 total = 61.5%
	Verificación: Pregunta "Ha realizado la planificación de su finca conforme a los criterios brindados?"
Escenarios de restauración identificados:	Cercas vivas: 10 menciones de 13 participantes = 76.9% ≈ 77%
	Borde de bosque: 9 menciones de 13 participantes = 69.2% ≈ 69%
	Potrero: 6 menciones de 13 participantes = 46.2% ≈ 46%
Verificación: Análisis de contenido de respuestas a "Cuáles escenarios de restauración ha identificado en el sitio donde vive?"	
Interés en investigación participativa:	Investigación en fincas: 10 respuestas "Sí" de 13 total = 76.9% ≈ 77%
	Semilleros locales: 9 respuestas "Sí" de 13 total = 69.2% ≈ 69%
Verificación: Preguntas específicas sobre interés en procesos de investigación	
Dificultades de implementación:	Método: Análisis de contenido cualitativo de respuestas abiertas
	Categorización: Factores climáticos (fenómeno del Niño, vientos, heladas), limitaciones edáficas, disponibilidad de mano de obra

Caracterización de Actores

Perfil sociodemográfico: 13 participantes, edad promedio 35.4 años (rango 16-50), con representación intergeneracional que incluye desde estudiantes de secundaria hasta profesionales especializados.

Nivel educativo: Diverso espectro formativo desde básica secundaria (15.4%, n=2) hasta posgrado (38.5%, n=5), incluyendo técnicos (23.1%, n=3) y universitarios (23.1%, n=3).

Ocupaciones: Multisectorial - docentes (15.4%), profesionales independientes (23.1%), agricultores/productores (15.4%), estudiantes (15.4%), empleados sector público/privado (23.1%) y consultores ambientales (7.7%).

Vinculación organizacional: 84.6% (n=11) pertenece a organizaciones comunitarias: JAC (38.5%), Red de Huertas de Suesca (23.1%), Fundación El Silbido de la Montaña (15.4%) y otras asociaciones productivas locales.

Áreas de experticia: Conocimientos técnicos en restauración ecológica, agroecología, ingeniería civil, comunicación audiovisual, biología, artesanías y gestión cultural, evidenciando un capital humano diversificado para la gestión territorial.

